



UDK: 631.347

REZULTATI PRIMENE MOBILNIH SISTEMA NAVODNJAVANJA KIŠENJEM U BILJNOJ PROIZVODNJI

Rajko Miodragović, Milan Đević

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj. Ovaj rad predstavlja sintezu višegodišnjih istraživanja mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji. Istraživanjima je obuhvaćeno tri tipa mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem tipa samohodnog kišnog topa i jednog mobilnog linearnog sistema kao predstavnika pokrivajuće koncepcije. Cilj rada je određivanje eksploatacionih parametara i efekata na prinos gajenih kultura. Poljskim ogledima i eksploativnim praćenjem u sezonama primene utvrđeni su pokazatelji potrošnje energije, proizvodnosti i kvaliteta rada.

Produktivnost samohodnih kišnih topova iznosila je od 0.11 do 0.20 ha/h sa potrošnjom energije od 104 do 150.2 kWh/ha. Produktivnost linearnog sistema iznosila je 2.0 do 2.6 ha/h sa potrošnjom energije od 45.37 kWh/ha.

Posebno značajno povećanje prinosa je bilo zabeleženo kod graška, kukuruza i semenskog kukuruza u poređenju sa uslovima bez navodnjavanja.

Ključne reči: suša, voda, samohodni kišni top, linear, potrošnja energije, produktivnost, potrošnja goriva.

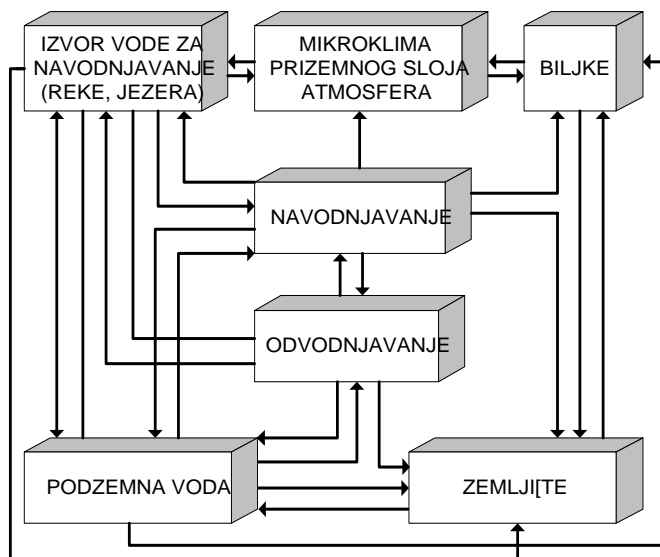
UVOD

Intenzivna biljna proizvodnja nije moguća bez navodnjavanja. Uz neka otvorena pitanja iz obrade zemljišta i primene hemijskih sredstava, u našim uslovima postaje osnovna determinanta savremene biljne proizvodnje. U svetskim razmerama, u 1975. godini oko 16,60% od ukupnih obradivih površina je bila navodnjavana. Međutim oko 30-40 % svetske proizvodnje hrane je ostvarivano upravo na ovim površinama.

Obim navodnjavanja površina se povećava i to, u proseku, po stopi od 10 miliona ha godišnje. Do 2000. godine to će značiti punih 500 miliona ha pod navodnjavanjem.

Potreba za racionalnim korišćenjem objektivnih resursa vode, dovela je do značajnog usavršavanja metoda navodnjavanja. Na primer, u periodu 1958-69. odnos površinskog navodnjavanja i navodnjavanja kišenjem se sa 1 : 10 promenio na 1 : 5,4 u SAD. Ovaj trend je nastavljen, rezultovaće povećanjem potrošnje vode za svega 5 % u funkciji navedenog povećanja obima površina pod navodnjavanjem, do 2000. godine. Ovo će biti omogućeno direktnim metodama, odnosno, usavršavanjem tehnološko-tehničkih sistema navodnjavanja i indirektno, racionalnim korišćenjem uslova proizvodnje i osobina kulturnih biljaka.

Uticaji navodnjavanja predstavljani su šematski na slici 1.



Sl. 1. Šema uticaja navodnjavanja i međusobna povezanost elemenata prirodnih i veštačkih sistema

Usavršavanje tehnološko-tehničkih sistema i njihovo uvođenje u praksu predstavlja vrlo značajnu investiciju za svakog poljoprivrednog proizvođača. Ograničenja sa ovog aspekta su opšte prisutna. Time se, posebno, potencira značaj optimalnog izbora, koji će povećanjem prinosa, u dinamici, dati i materijalne uslove za izvođenje navodnjavanja. Pored toga eksploatacija sistema se sučeljava sa potrebom vođenja, održavanja i praćenja sistema navodnjavanja, u cilju ublažavanja i otklanjanja posledica subjektivne i objektivne destrukcije sistema. Ovim se naglašava značaj eksploatacione metode sistema navodnjavanja.

Obim navodnjavanih površina u nas već niz godina egzistira na oko 2% obradivih površina. Potrebna intenzifikacija biljne proizvodnje u sklopu niza mera i postupaka zahteva povećanje fizičkog obima navodnjavanih površina.

Metoda navodnjavanja pod pritiskom, dominirajuća i u našim proizvodnim uslovima manifestuje se u svom najraznovrsnijem vidu, odnosno, kišenju. Širok dijapazon tehničkih rešenja je koncepcijski aproksimativno, prilagođen heterogenim uslovima proizvodnje. Optimalan izbor je nužnost koja se nalazi u interakciji prirodnih, agrotehničkih, tehnoloških, tehničkih i materijalnih faktora.

Projektno, izvedeni i realizovani sistemi, u praksi su izloženi raznovrsnoj destruktiji. Pored trivijalnih vidova, obično subjektivne prirode, mnogo je značajnije istaći objektivne i neizbežne destrukcije.

Tehnološko mesto, eksploatacija i održavanje sistema navodnjavanja, kao i mogućnosti alternativnog korišćenja sistema ili njegovih komponenata mogu u značajnoj meri smanjiti njegovu destruktiju i povećati materijalni efekat navodnjavanja.

MATERIJAL I METOD RADA

Metodika rada prilagođena je sadržaju i cilju rada. Poljska ispitivanja su obuhvatila eksploativna praćenja koja su u sebi sadržavala utvrđivanja sledećih parametara:

- produktivnost rada sistema
- potrošnja goriva
- kvalitet rada - ostvarivanje norme zalivanja
- efekti navodnjavanja na prinos gajenih biljaka

Prema navedenom, vršena su konkretna merenja sledećih pokazatelja:

- potrošnja goriva metodom "punog rezervoara"
- ostvarena visina vodenog taloga kišomerom dimenzija 300x300 mm, koji je konstruisan na Institutu za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu
- brzina kretanja agregata na trasama dužine 30 m
- klizanje točkova sistema po standardnoj poljskoj proceduri.

Ispitivanja su obavljena na 2 lokaliteta:

1. Ogledno dobro za navodnjavanje Instituta za kukuruz u Zemun Polju u periodu maj-avgust 1998. godine. Ispitivana su tri mobilna uređaja tipa (samohodnog) kišnog topa.

2. Proizvodnim parcelama "PKB-a" u periodu jun-jul 2006. godine, gde je vršeno ispitivanje samohodnog linijskog uređaja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Program istraživanja je obuhvatio tri mobilna uređaja tipa (samohodnog) kišnog topa i jednog lineara, kao predstavnika emisije i pokrivajuće koncepcije uređaja. Na lokaciji u Zemun Polju zastupljeni zemljišni podtip je bio beskarbonatni černo zem, a hibridi kukuruza su bili ZP-599, ZP-651, ZP-670, ZP-670, ZP-677, ZP-678, ZP-704. Na lokaciji u "PKB-a" u zoni sistema determinisana su dva podtipa zemljišta, černo zem sa znacima oglejavanja na lesu i livadska crnica na lesnoj terasi, a navodnjavane kulture su boranija, silažni kukuruz i semenski kukuruz.

Zalivne površine su se karakterisale neravnim reljefom i pravougaonim oblikom. Tehničke karakteristike sistema tipa (samohodnog) kišnog topa date su u tabeli 1 i 2.

Tab. 1. Karakteristika sistema za navodnjavanje

Tip uređaja	A-82/300-T	B-75/320-T	C-75/310-TI
Proizvođač	MZT-Skopje	MZT-Skopje	BAUER-A
Rasprskivač	Rain bird SR 103 EM		Star gun SR 35
Masa (kg)	1730	1690	1220
Širina (m)	2,20	2,20	1,89
Dužina (m)	3,30	3,50	4,41
Visina (m)	2,90	2,90	2,59
Prečnik creva (mm)	82	75	75
Dužina creva (m)	300	320	280

Modeliranje sistema je izvedeno u skladu sa datim karakteristikama uređaja za navodnjavanje (tabela 1) i izvorišta voda (tabela 2).

Osnovne tehničke karakteristike mašine sa linearnim kretanjima su:

- Tip agregata "Sever Valmont" - 15 kW sa dizel motorom "TAM" od 110,4 kW,
- Radni upravljački napon 380-110/24 V,
- Protok pumpe 120 l/s,
- Pritisak na manometru 2,2 bara,
- Mašina se kreće pravolinijski duž otvorenog kanala sa vodom,
- Mašina je vođena nadzemno - sajlom
- Mašina je dvokrilna sa dužinom 2x500 m.

Kod sistema tipa (samohodnog) kišnog topa izbor prečnika mlaznice obavljen je u kombinaciji sa karakteristikama delova sistema za navodnjavanje i varijantama celovitih sistema.

Tab. 2. Karakteristike pumpnog agregata

Pumpa	Snaga motora (kW)	Kapacitet (l/mm)	Manometarska visina (m)
I	15	530	72
		680	62
		840	31
		1000	37
II	24	330	120
		690	105
		840	85
		1000	61
III	37	960	120
		1170	110
		1380	90
		1620	67

U tabeli 3. date su radne karakteristike varijanti sistema za navodnjavanje koji su ispitivani na zalivnom polju.

Eksploatacioni pokazatelji su utvrđeni za normu zalivanja od 20 mm pri jednom proходу, efektivno.

Tab. 3. Radna karakteristika varijanti sistema za navodnjavanje

Varijanta	Prečnik mlaznice (mm)	P r i t i s a k (bar)		Protok (l/s)
		na mašini	na mlaznici	
A - I	20,32	5,00	3,50	8,00
A - II	22,86	7,00	4,50	11,00
B - I	17,70	5,70	3,50	6,30
B - II	20,32	8,30	4,00	8,90
C - II	22,86	8,00	3,50	9,60
A - III	20,32	7,30	5,00	9,50
B - III	20,32	7,30	3,50	8,40
A - III	20,32	7,10	5,00	9,50
C - III	22,86	7,10	3,00	8,90
B - III	20,32	7,40	3,50	8,40
C - III	22,86	7,40	3,20	9,20

U tabeli 4. dati su osnovni eksploatacioni pokazatelji ustanovljeni merenjem, za date varijante sistema navodnjavanja.

Tab. 4. Pregled eksploatacionih pokazatelja

Varijanta	Radna širina (m)	Domet (m)	Učinak (ha/pr.)	Efektivni rad (h)	Utrošak vode (m ³)	Utroš.energ. (kWh/pr.)
A - I	59	29,50	1,88	13,09	377,00	196,40
A - II	68	34,00	2,20	11,13	440,60	289,40
B - I	55	27,50	1,86	16,37	371,20	245,60
B - II	60	30,00	2,04	12,73	408,00	331,00
C - II	62	31,00	1,87	10,80	373,20	280,80

U tabeli 5. posebno se daju eksploataktivni pokazatelji rada sistema ostvarenih na III izvoru i u simultanom radu.

Tab. 5. Eksploatacioni pokazatelji na pumpnom agregatu III

Varijante	Radna širina (m)	Domet (m)	Učinak (ha/pr.)	Efektivni rad (h)	Utrošak vode (m ³)	Učinak (ha/h)	Potroš. energ. (kWh)
A	65	32,50	2,10	12,26	419,20	2,10	453,60
B	57	28,50	1,93	12,76	385,80	1,85	-
A	65	32,50	2,10	12,26	419,20	1,92	415,90
C	60	30,00	1,80	11,24	360,00	1,80	415,90
B	57	28,50	1,93	12,76	385,80	1,64	402,20
C	60	30,00	1,80	10,87	360,00	1,80	402,20

Na osnovu ustanovljenih eksploatacionih parametara određeni su pokazatelji proizvodnosti rada i utroška energije za ispitivane varijante, tabela 6.

Analiza eksploatacionih pokazatelja je izvedena na bazi potrošnje vode od 200 m³/ha. Povećanje norma zalivanja za svakih 10 mm, uticalo je na povećanje potrebnog vremena od 2,55 do 4,41 h/ha. Povećanje norme zalivanja sa 20 mm na 30 mm smanjilo je proizvodnost sistema za oko 33%. Analogno se povećava i utrošak pogonske energije.

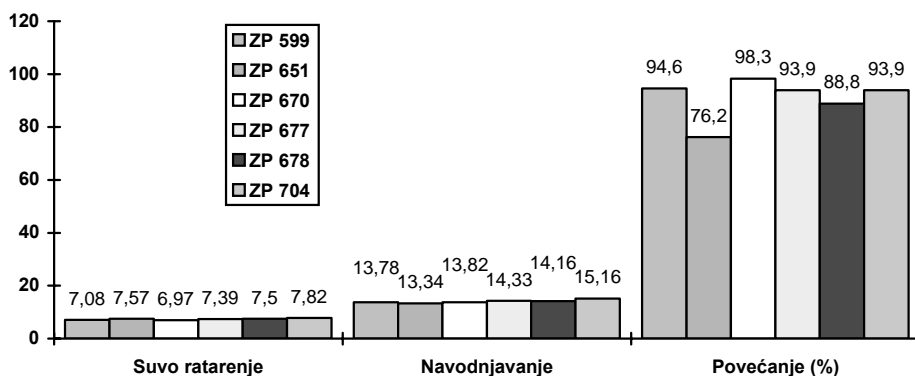
Tab. 6. Proizvodnost rada i utrošak energije ispitivanih varijanti

Varijanta	Utrošeno			Promena norme za 10 mm h/ha
	h/ha	ha/h	kWh/ha	
A - I	6,94	0,144	104,50	± 3,47
A - II	5,05	0,198	131,50	± 2,53
B - I	8,82	0,113	132,00	± 4,41
B - II	6,24	0,160	162,20	± 3,12
C - II	5,79	0,173	150,20	± 2,89
A - III	5,85	0,171	114,80	± 2,92
B - III	6,61	0,101	-	± 3,31
A - III	5,85	0,171	111,80	± 2,92
C - III	6,24	0,160	111,80	± 3,12
B - III	6,61	0,101	116,90	± 3,31
C - III	6,04	0,166	116,90	± 3,01

U tabeli 7. su dati ostvareni prinosi zastupljenih hibrida u uslovima suvog ratarenja i navodnjavanja.

Tab. 7. *Prinosi kukuruza u uslovima uzgajanja (t/ha)*

Hibrid	Suvo ratarenje	Navodnjavanje	Povećanje (%)
ZP 599	7,08	13,78	94,60
ZP 651	7,57	13,34	76,20
ZP 670	6,97	13,82	98,30
ZP 677	7,39	14,33	93,90
ZP 678	7,50	14,16	88,80
ZP 704	7,82	15,16	93,90

Graf. 1. *Uporedni prikaz ostvarenih prinosa u uslovima suvog ratarenja i navodnjavanja*

Ostvareno povećanje prinosa u interakciji sa hibridom varirala je od 76,20% (ZP 651) do 98,30% (ZP 670), što se vidi i iz grafikona 1.

Pri eksploatacionom praćenju linijskog uređaja za navodnjavanje kišenjem u proizvodnim uslovima "PKB-a" vršena su merenja prethodno navedenih faktora koji će biti pojedinačno izloženi i predstavljeni tabelarno i grafički.

U tabeli 8. prikazana je potrošnja goriva linearnog sistema za navodnjavanje.

Tab. 8. *Potrošnja goriva sistema*

Merenja	Potrošnja goriva po času rada (l/h)	Potrošnja goriva po hektaru (l/ha)
1	25,40	10,94
2	23,20	10,00
3	22,25	9,59
4	20,16	8,69
5	20,35	8,76
6	19,73	8,20
7	21,45	8,65
8	22,30	9,45
9	20,25	8,58
10	19,31	8,18
Srednja vrednost	21,44	9,10

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati, da je potrošnja goriva po času rada motora nešto više od one koju proizvođač propisuje (18-20 l/h) i iznosi prosečno oko 21 l/h, odnosno 9,10 l/ha. Ovo minimalno povećanje potrošnje može se pravdati povećanim klizanjem (prosečna vrednost klizanja iznosi 18 %).

U tabeli 9. dat je prikaz vrednosti ostvarenog vodenog taloga.

Tab. 9. Vrednosti ostvarenog vodenog taloga (mm)

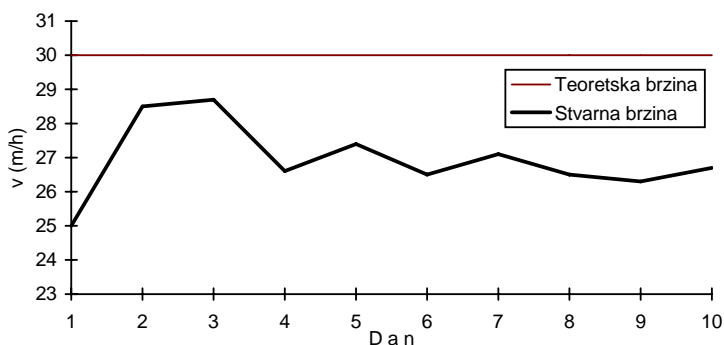
Pozicija	1 toranj	3 toranj	5 toranj	7 toranj	9 toranj
Ponavljjanje	15,56	15,94	15,00	18,78	16,89
	11,83	17,44	16,00	25,39	18,89
	10,50	13,50	15,22	20,46	13,61
	12,89	18,00	11,28	28,61	13,89
	11,28	13,72	11,61	22,78	15,72
Srednja vrednost	12,41	15,72	13,82	23,20	15,80

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da visina ostvarenog vodenog taloga varira, odnosno kreću se u intervalu od 12,41 mm do 23,20 mm. S obzirom da je procentualni programator bio podešen na 30 propisana visina vodenog taloga od strane proizvođač bi trebala da iznosi 14,78 mm. Razlog ovog odstupanja leži u neadekvatnom održavanju tj. prečnik prskača nije adekvatan s obzirom na toranj.

U tabeli 10. i grafikonu 2. date su vrednosti teoretske brzine kretanja, ostvarenih brzina kretanja na osnovu izvršenih merenja i vrednosti klizanja točkova uz napomenu da je procentualni programator podešen na 30%.

Tab. 10. Teoretske i ostvarene brzine kretanja

Dan	Teoretska brzina (m/h)	Stvarna brzina (m/h)	Klizanje (%)	Učinak (ha/h)	Potroš.energije (kWh/ha)
1	30	25.74	14.2	2.6	42.46
2	30	26.28	12.4	2.6	42.46
3	30	20.46	31.8	2.0	55.20
4	30	24.72	17.6	2.5	44.16
5	30	22.92	23.6	2.3	48.00
6	30	25.56	14.8	2.6	42.46
7	30	24.16	19.5	2.4	46.00
8	30	23.40	22.0	2.3	48.00
9	30	25.80	14.0	2.6	42.46
10	30	26.40	12.0	2.6	42.46
Sr. vrednost	30	24.54	18.2	2.45	45.37



Graf. 2. Teoretska i stvarna brzina

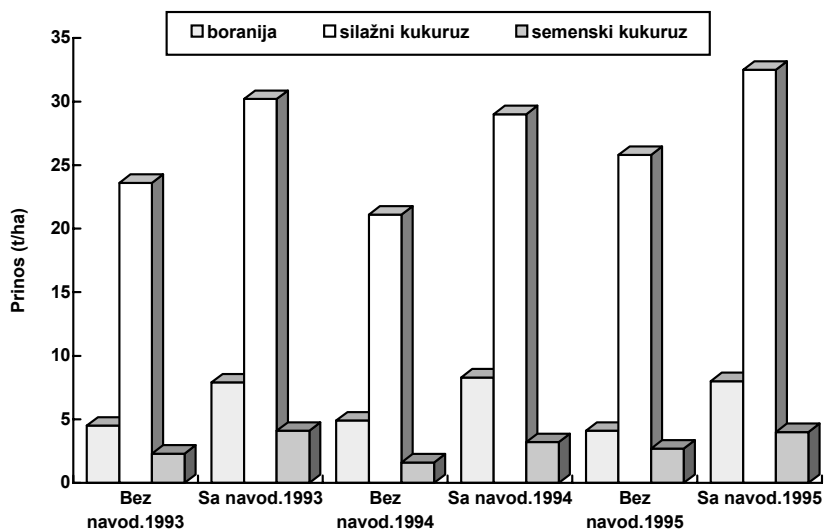
Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da klizanje prelazi vrednost od 15%, što ima za posledicu nešto veći utrošak energije. Razlog povećanom klizanju leži u većoj količini vodenog taloga od zadate

Efekat navodnjavanja na prinos je veoma veliki, što prikazuju visoki ostvareni prinosi gajenih useva. To svakako doprinosi intenziviranju poljoprivredne proizvodnje kao i mogućnost ostvarenja dve žetve godišnje.

U tabeli 11. dati su prinosi gajenih kultura ostvarenih u uslovima navodnjavanja i bez navodnjavanja.

Tab. 11. Efekti navodnjavanja na prinos kultura u zalivnom polju

Kultura	P r i n o s (t / ha)					
	1993.		1994.		1995.	
	Bez navodnj.	Sa navodnj.	Bez navodnj.	Sa navodnj.	Bez navodnj.	Sa navodnj.
Boranija	4,5	7,9	4,9	8,3	4,1	8,0
Sil.kukuruz	23,6	30,2	21,1	29,0	25,8	32,5
Sem.kukuruz	2,3	4,1	1,6	3,2	2,7	4,0



Graf. 3. Prikaz ostvarenih prinosa sa i bez navodnjavanja

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su u uslovima navodnjavanja prinosi bili znatno veći (grafikon 3), što svakako opravdava primenu ovih sistema za navodnjavanje uz dobru organizaciju rada i racionalno korišćenje.

ZAKLJUČAK

Usklađivanje parametara sistema za navodnjavanje je osnovni uslov njihovog optimalnog korišćenja.

U tom smislu su za određeno izvoriste i tip uređaja definisani odnosi prečnika mlaznica, pritiska i protoka vode.

Proizvodnost rada i utrošak energije u efektivnom vremenu zavise od obroka zalivanja u jednom proходу.

Produktivnost lineara je bila od 2,0 do 2,6 ha/h. Potrošnja energije testiranih sistema navodnjavanja je bila 125,3 kWh/ha za samohodni kišni top a 45,37 kWh/ha za linear. Razlika je bila vrlo značajna (36,21%) i pokazuje prednost linearnog sistema.

Linijski uređaji za navodnjavanje kišenjem predstavljaju savremene uređaje za intenzivno zalivanje i iziskuju vrlo stručan, kvalitetan i efikasan rad ljudi, kako onih koji rukuju njima, tako i onih koji izrađuju eksploatacione sezonske programe za njihovo korišćenje.

Ostvareno povećanje prinosa, primenom navodnjavanja je vrlo značajno, (varira zavisno od rasta gajenih kultura) i opravdava ekonomska ulaganja "sistema" za navodnjavanje.

LITERATURA

- [1] Avakumović D. (1994): Navodnjavanje. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [2] Vasić G., Branka Kresović, Tolimir M. (1994): Efekti navodnjavanja mašina tipa "Rainger" i "Linear" na prinos gajenih useva. Seminar agronoma. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 119-127.
- [3] Đević M., Kresović Branka (1993): Mobile irrigation systems in maize production, Review of Research Work at the Faculty of Agriculture, Vol. 40 No 1, 131-135.
- [4] Mančev S. (1996): Primena linijskog uređaja za navodnjavanje kišenjem u uslovima gazdinstva PDS "PKB Opovo". Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- [5] Čorović R. (1992): Projektovanje meliorativnih sistema. Poljoprivredni fakultet. Beograd.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP 6918.A, od 1.04.2005.

INVESTIGATION OF MOBILE IRRIGATION SYSTEMS FOR PLANT PRODUCTION

Rajko Miodragović, Milan Đević
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: This paper provides the synthesis of long lasting research of mobile raining irrigation systems in crop and vegetable production. The research included three types of mobile self-propelled rain guns and one linear representing both broadcasting and covering concepts. The paper is aimed at determining exploitation parameters and yielding effects in cropping. Field testing and exploitation monitoring in adequate seasonal use provided the indicators of energy consumption, productivity and work quality.

The productivity of self-propelled rain guns ranged from 0.11 to 0.20 ha/h with energy consumption from 104 to 150.20 kWh/ha. The linear productivity ranged between 2.0 and 2.6 ha/h with energy consumption of 45,37 kWh/ha.

Extremely significant yield increase was recorded in greenbeans, maize (corn, popcorn, sweet corn) and seed maize production in comparison to dry cropping alternative.

Key words: drought, water, self - propelled rain guns, linear, energy consumption, productivity, fuel consumption.